

氏 名	ニ 倪	ケイ 慶	セイ 清
学位(専攻分野)	博 士	(工 学)	
学 位 記 番 号	博 甲 第 38 号		
学位授与の日付	平成 5 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
研 究 科・専 攻	工芸科学研究科情報・生産科学専攻		
学 位 論 文 題 目	AE 法による CFRTP の破壊機構に関する研究		
審 査 委 員	(主査) 教 授 自 念 榮 一		
	教 授 齋 藤 憲 司	教 授 岩 本 正 治	教 授 中 西 博

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、CFRTP（炭素繊維強化熱可塑性プラスチック）の単調増加引張り荷重下による破壊過程で見られる材料の構造変化を AE 法（Acoustic Emission）を用いることでリアルタイムで把握し、AE パラメータに含まれる情報と破壊因子との対応関係を明らかにすることで材料の評価を行った一連の研究結果を 7 章にまとめたものである。

最近 CFRTP は母材としての熱可塑性樹脂の特性から、材料の破壊は延性的となり、き裂の伝播に対する抵抗性および変形エネルギーの吸収能を向上させることが可能となり、熱硬化性樹脂による複合材料と比較して一層の高じん性材料が得られる点や、更に材料の生産が加熱・加圧により行える点から生産性の向上が期待される点からも注目されている。申請者の研究は、この種の材料の代表的な材料構成としてチョップドストランド型積層材および射出成形による量産が可能な短繊維分散形材料の 2 種類の実用材を取り上げている。第 1、2 章では対象材料の工業材料としての位置づけ、材料に直接関係する強度評価に係る力学的諸パラメータに対する検討、微視的破壊現象の観測手段として AE 現象利用の定義と、研究目的を述べ、繊維強化複合材料の強度に直接関係する繊維・母材界面特性を評価・検討し、その破壊過程を明らかにし、実用材の破壊機構を解明する上で基本的知見を得るためのモデル試料（SFC）について述べ、AE 法による繊維・母材界面間で生じる繊維の個々の破断とはく離の進行の把握と界面せん断強度の簡易評価法を提案している。

第 3 章では、一方向に配列した炭素繊維を母材樹脂に浸漬してテープ状に切断した素材テープを二次元的ランダムに分散させることから繊維配向の異方性による問題点を避けることができるチョップドストランド型複合材の構成単位のモデル試料としての一方向強化 CFRTP 材を取り上げ、破壊機構の繊維配向角への依存性を検討し、一方向材における主な破壊形態である繊維と母材のはく離破壊について AE パラメータ、き裂伝播特性、SEM 観察による破断面の様相の諸点よりその差異を検討した。

第 4 章では、実用材であるチョップドストランド型 CFRTP を用い、第 2 章、第 3 章で得られた AE パラメータと破壊形態との対応関係をこの材料に適用できるか否かを検討し、材料の構成単位であるチョップドテープの材料破壊強度、き裂進展に対する抵抗力への寄与を考察し、材料の破壊機構を明らかにしている。

第 5 章では、線形破壊力学的な観点からチョップドストランド型および短繊維分散形 CFRTP の破壊過程と AE 特性を比較検討し、両材料の破壊過程における応力拡大係数と AE パラメータとの対応関係を提案し、この種の材料を使用する際、破壊力学的な観点から設計を行う上で参考となる基礎的データを求めている。

第6章では、低繊維含有率の短繊維分散形 CFRTP を用い、単調増加負荷条件下の切欠き先端の損傷域の形成過程、安定き裂の進展および破断面様相を SEM により詳細に検討し、材料の破壊機構を明らかにし、また延性的な破壊様相を示すこの材料に対し、弾塑性破壊力学パラメータの適用を試み、これらの力学的パラメータと AE パラメータとの対応関係を求め、第7章では、以上各章を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文により SFC モデル材および一方向材における材料の破壊因子と AE 諸パラメータとの対応関係を明らかにし、この結果は実用材に対して適用可能であり、とりわけ AE 事象のパワースペクトルの周波数解析で得られる情報は破壊機構の解明に大きい役割を果たしうることを明らかにした。実用材のチョップドストランド型 CFRTP では破壊過程での損傷域の形成ではチョップドテープ面内における繊維と母材のはく離が主要な損傷モードであり、初生安定き裂発生点以降の破壊過程における架橋チョップドテープのき裂阻止効果を示し、破壊強度の強化への寄与を明らかにした。一方、短繊維分散形 CFRTP では破壊過程の初期において繊維を核とする母材の延性変形が生じ、繊維の引抜、破断が主要な破壊モードとなることを示した。材料構成が異なることから生じる破壊機構とその過程の差異、各々の破壊機構における母材の割れ、繊維・母材界面特性、繊維の切断などの破壊の素過程の判定および各破壊要因の発生時刻、損傷の程度をはじめとする材料破壊挙動への影響を AE 法によりリアルタイムで把握することができることを明らかにした。

本学大学院学則、学位規程、課程修了による博士の学位授与に関する内規と同運用方針を満たし、かつ論文の内容は CFRTP の工業材料としての利用を促し、材料設計にも反映させられる知見を含むものである。なお、付記する専門分野として論文内容から工学が適切と考えられる。